

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-156046

(43)Date of publication of application : 15.06.1990

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C21D 8/00

C21D 9/46

C22C 38/44

(21)Application number : 63-309666

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 07.12.1988

(72)Inventor : NAKATSUKA ATSUSHI

ARAKI JUN

MURATA WATARU

SUMITOMO HIDEHIKO

(54) HIGH STRENGTH STAINLESS STEEL AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a stainless steel stock excellent in strength and rust resistance by subjecting a hot worked stock or cold worked stock of a stainless steel having a specified composition with relatively high carbon content to heat treatment under specified conditions and then to cold working or further to aging treatment.

CONSTITUTION: A hot worked stock or cold worked stock of a stainless steel which contains, by weight, 0.10-0.30% C, 0.10-2.0% Si, 5-12% Mn, $\leq 0.006\%$ S, $\leq 4\%$ Ni, 15-22% Cr, 0.10-3% Mo, $\leq 0.01\%$ O, 0.1-0.4% N, and 0.0001-0.01% Ca and in which the value of Md30 represented by an equation I as an index to the stability of austenite is regulated to >-120 and also the value of PV represented by an equation II as an index to hot workability is regulated to <0 is annealed at 1,000-1,200° C. Subsequently, the above stock is cooled at $\geq 5^\circ$ C/sec cooling rate and then subjected to final cold working or further to aging treatment at 300-700° C after the above final cold working. By this method, the stainless steel stock having high strength and excellent in rust resistance can be obtained.

$$Md_{30} = 413 - 452(C\%) - 9.25Si\% - 8.1Mn\%$$

$$- 9.5Ni\% - 13.7Cr\% - 18.5Mo\%$$

$$PV = 5(ppm)S + 6(ppm)O - 0.3Ca(ppm) - 30$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of



rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-156046

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月15日

C 22 C 38/00
C 21 D 8/00
9/46
C 22 C 38/44

3 0 2 Z
E
Q

7047-4K
7371-4K
8015-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 高強度ステンレス鋼およびその製造方法

⑯ 特 願 昭63-309666

⑰ 出 願 昭63(1988)12月7日

⑱ 発 明 者 中 塚 淳 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内
⑱ 発 明 者 荒 木 純 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内
⑱ 発 明 者 村 田 亘 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内
⑱ 発 明 者 住 友 秀 彦 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内
⑲ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
⑳ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

明 細 書

1. 発明の名称

高強度ステンレス鋼およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni ≤ 4%, Cr: 15~22%, Mo: 0.10~3%, O ≤ 0.01%, N: 0.1~0.4%, Ca: 0.0001~0.01%, 残部Feおよび不可避免的不純物からなり、かつ下記の式で示される Md_{50} が-120以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる高強度ステンレス鋼。

$$Md_{50} = 413 - 462(CX + NX) - 9.2SiX - 8.1MnX - 9.5NiX - 13.7CrX - 18.5MoX \dots (1)$$

$$PV = S(ppm) + 0(ppm) - 0.8Ca(ppm) - 30 \dots (2)$$

(2) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni ≤ 4%, Cr: 15~22%, Mo: 0.10~3%, O ≤ 0.01%, N: 0.1~0.4%, Ca: 0.0001~0.01%, 残部Feおよび不可避免的不純物からなり、

かつ下記の式で示される Md_{50} が-120以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる鋼の熱間加工材もしくは冷間加工材を、1000℃以上かつ1200℃以下の温度で焼鈍し、5℃/sec.以上の冷却速度で冷却し、ついで冷間加工することを特徴とする高強度ステンレス鋼の製造方法。

$$Md_{50} = 413 - 462(CX + NX) - 9.2SiX - 8.1MnX - 9.5NiX - 13.7CrX - 18.5MoX \dots (1)$$

$$PV = S(ppm) + 0(ppm) - 0.8Ca(ppm) - 30 \dots (2)$$

(3) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni ≤ 4%, Cr: 15~22%, Mo: 0.10~3%, O ≤ 0.01%, N: 0.1~0.4%, Ca: 0.0001~0.01%, 残部Feおよび不可避免的不純物からなり、かつ下記の式で示される Md_{50} が-120以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる鋼の熱間加工材もしくは冷間加工材を、1000℃以上かつ1200℃以下の温度で焼鈍し、5℃/sec.以上の冷却速度で冷却し、ついで冷間加工し、さらに300℃以上かつ700℃以下の温度で時効処理を施すことを特

微とする高強度ステンレス鋼の製造方法。

$$Md_{50}=413-462(CX+NX)-9.2SiX-8.1MnX \\ -9.5NiX-13.7CrX-18.5MoX \dots\dots(1)$$

$$PV=S(ppm)+0(ppm)-0.8Ca(ppm)-30 \dots\dots(2)$$

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、通信機器、音響製品、コンピュータ関連機器、精密機器、自動車等の各種産業機械の部品等および構造用材料等に好適な、引張強さが200 kgf/mm²を越える超高強度ステンレス鋼およびその製造方法に関するものである。

(従来の技術)

上述のような超高強度が要求される部品としては、音声記憶装置(以下VTRと呼ぶ)に用いられるマイクロモーターシャフト等のマイクロシャフト、板ばねや線ばね等の各種ばねがある。また、通信機器、音響製品、コンピュータ関連機器、精密電子機器および自動車等に用いられる各種ばねやブリー、チェーン、シャフト等も高強度であることが要求される。さらに、構造用としてロ

ーブやボルト、ナット等も高強度鋼の必要性が高まっている。これらの部品は、耐錆性も要求されており、この点からステンレス鋼が材料として使用される場合が多い。一般的には、冷間加工にて加工誘起マルテンサイトを生成し、高強度を得るSUS301、SUS304等の準安定オーステナイト系ステンレス鋼が使用されている。

しかし上述のステンレス鋼を高強度化するために冷間加工を施しても、引張強さは最高200 kgf/mm²程度しか得られない。

(発明が解決しようとする課題)

ステンレス鋼を高強度化するには、C、Nを多量に添加し固溶硬化を利用する方法があるが、この方法では結晶粒界等に炭素化合物が生成し耐錆性を劣化させる。冷間加工による加工誘起マルテンサイトを生成させ高強度化する方法もあるが、この方法では引張強さ200 kgf/mm²程度が上限である。さらに、Al等を添加し析出硬化を利用する方法も考えられるが、高合金化し熱間加工性が劣化する場合がある。

ステンレス鋼を高強度化する方法として、特公昭62-33288号公報が知られているが、熱間加工性および耐錆性を考慮した検討はなされていない。

本発明は、従来のかかる熱間加工性および耐錆性の問題を解決して、工業的にトラブルなく製造し得る引張強さ200 kgf/mm²超の高強度ステンレス鋼およびその製造方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段および作用)

本発明者らは、この目的のためにMn-Ni-Cr系のステンレス鋼の組成を種々検討し、これを達成した。

本発明の要旨は、つぎのとおりである。

(1) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni ≤ 4%, Cr: 15~22%, Mo: 0.10~3%, O ≤ 0.01%, N: 0.1~0.4%, Ca: 0.0001~0.01%, 残部Feおよび不可避的不純物からなり、かつ下記の式で示される Md_{50} が-120以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる高強度ステンレ

ス鋼。

$$Md_{50}=413-462(CX+NX)-9.2SiX-8.1MnX \\ -9.5NiX-13.7CrX-18.5MoX \dots\dots(1)$$

$$PV=S(ppm)+0(ppm)-0.8Ca(ppm)-30 \dots\dots(2)$$

(2) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni ≤ 4%, Cr: 15~22%, Mo: 0.10~3%, O ≤ 0.01%, N: 0.1~0.4%, Ca: 0.0001~0.01%, 残部Feおよび不可避的不純物からなり、かつ下記の式で示される Md_{50} が-120以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる鋼の熱間加工材もしくは冷間加工材を、1000℃以上かつ1200℃以下の温度で焼鈍し、5℃/sec.以上の冷却速度で冷却し、ついで冷間加工することを特徴とする高強度ステンレス鋼の製造方法。

$$Md_{50}=413-462(CX+NX)-9.2SiX-8.1MnX \\ -9.5NiX-13.7CrX-18.5MoX \dots\dots(1)$$

$$PV=S(ppm)+0(ppm)-0.8Ca(ppm)-30 \dots\dots(2)$$

(3) 重量%にて、C: 0.10~0.30%, Si: 0.1~2%, Mn: 5~12%, S ≤ 0.006%, Ni

$\leq 4\%$, Cr: $1.5 \sim 2.2\%$, Mo: $0.10 \sim 3\%$, O $\leq 0.01\%$, N: $0.1 \sim 0.4\%$, Ca: $0.0001 \sim 0.01\%$, 残部Feおよび不可避的不純物からなり、かつ下記の式で示される Md_{50} が -120 以上およびPVが0以下の範囲の組成からなる鋼の熱間加工材もしくは冷間加工材を、 1000°C 以上かつ 1200°C 以下の温度で焼鈍し、 $5^{\circ}\text{C}/\text{sec.}$ 以上の冷却速度で冷却し、ついで冷間加工し、さらに 300°C 以上かつ 700°C 以下の温度で時効処理を施すことを特徴とする高強度ステンレス鋼の製造方法。

$$Md_{50} = 413 - 462(C\% + N\%) - 9.2Si\% - 8.1Mn\% - 9.5Ni\% - 13.7Cr\% - 18.5Mo\% \dots \dots (1)$$

$$PV = S(\text{ppm}) + 0(\text{ppm}) - 0.8Ca(\text{ppm}) - 30 \dots \dots (2)$$

本発明の対象材は、熱間加工を行った材料あるいはさらに冷間加工を行った材料で形状は板（ストリップおよびシート）、線、管等いずれでもよい。

以下、本発明の構成要件の限定理由について説明する。本発明鋼の成分限定理由はつぎのとおりである。

Crは、耐錆性の点から 1.5% 未満では充分でなく、また 2.2% を越えると δ -Fe相が増大し熱間加工性を低下させる。従って、Crを $1.5 \sim 2.2\%$ とした。

Moは、炭窒化物の析出の抑制を図り耐錆性を向上させ、さらに時効硬化性を向上させる元素であるが、その効果は 0.10% 未満では充分でなく、 3% を越えると δ -Fe相が増大し熱間加工性を低下させる。従って、Moを $0.10 \sim 3\%$ とした。

Oは、 0.01% を越えると熱間加工性を阻害する。従って、Oを 0.01% 以下とした。

Nは、Cと同様に固溶硬化に寄与する元素である。この効果は 0.1% 未満では充分でなく、 0.4% を越えると、オーステナイトが安定化しマルテンサイトが十分に生成せず高強度が得られない。従って、Nを $0.1 \sim 0.4\%$ とした。

Caは、熱間加工性を向上させる元素であり、その効果は 0.0001% 未満では充分でなく、また 0.01% を越えて添加してもその効果が飽和すると共にコスト上昇を招き好ましくない。従って、Caを

Cは、鋼に固溶して高強度化に寄与する元素である。これらの効果は 0.10% 未満では充分でなく、また 0.30% を越えるとオーステナイト粒界に炭化物が析出し、耐錆性を劣化させる。従って、Cを $0.10 \sim 0.30\%$ とした。

Siは、加工硬化性および時効硬化性を向上させる元素であるが、 0.1% 未満では充分でなく、また、 2% を越えると δ -Fe相が増大し熱間加工性を低下させる。従って、Siを $0.1 \sim 2\%$ とした。

Mnは、加工硬化性を増大させる作用があり、この効果は 5% 未満では充分でなく、また 12% を越えるとオーステナイトが安定化し加工によるマルテンサイトの生成が充分でなく、強度を確保できない。従って、Mnを $5 \sim 12\%$ とした。

Sは 0.006% を越えると熱間加工性を阻害する。従って、Sを 0.006% 以下とした。

Niは、熱間加工性および冷間加工性を向上させる元素であるが、 4% を越えるとマルテンサイトの生成が充分でなく強度の低下を招く。従って、Niを 4% 以下とした。

$0.0001 \sim 0.01\%$ とした。

Md_{50} は、オーステナイト安定度を示す指標であり -120 未満では冷間加工により充分マルテンサイトが生成せず、高強度を得られない。従って、 Md_{50} を -120 以上とした。

PVは熱間加工性を示す指標であり、0を越えると熱間加工時に延性が低下し、熱間加工割れ等の問題が生じる。従って、PVを0以下とした。

請求項(2)の製造条件の限定理由はつぎのとおりである。

焼鈍温度は 1000°C 未満では充分再結晶せず、また炭窒化物の固溶が不充分で固溶硬化が小さくなる。さらに、炭窒化物生成により、耐錆性が劣化する場合がある。また、 1200°C を越えると結晶粒が粗大化し強度が低下する場合がある。従って、焼鈍温度を 1000°C 以上かつ 1200°C 以下とした。

さらに、本発明に係わる如き高C、Nステンレス鋼は、冷却速度が遅いと炭窒化物を生成し耐錆性を劣化させるおそれがある。本発明においては上記成分の材料を上記条件で焼鈍した後の冷却速

度を5℃/sec.未満で行うと、良好な耐錆性が得られない場合がある。従って、焼鈍後の冷却速度を5℃/sec.以上とした。

冷間加工は、高強度を得るために行い、加工度を50%以上とするのが好ましい。

請求項(3)は、冷間加工後さらに時効処理を施して、より高強度とする。時効処理条件の限定理由はつぎのとおりである。

Moを添加することにより時効硬化特性は向上するが、時効処理温度は300℃未満では充分強度が得られず、700℃を越えると過時効を招き強度が低下する。従って、時効処理温度を300℃以上かつ700℃以下とした。

〔実施例〕

第1表に示す成分のステンレス鋼を熱間加工したときの熱間加工性を第2表に示す。○は熱間加工時に割れが認められなかったもの、×は割れが認められたものである。本発明鋼のA～F鋼は、いずれも熱間加工性が優れている。

つぎに、第1表のステンレス鋼を熱間加工し、

さらに冷間加工した後、各種条件で焼鈍し冷却し冷間加工した状態での強度および耐錆性と、さらに時効処理した状態での強度および耐錆性を第2表に示す。耐錆性の○は15%および5%食塩水に100時間浸漬して発錆しなかったもの、△は15%は発錆したが5%では発錆しなかったもの、×は15%でも5%でも発錆したものである。

第2表中のNo1～No11が本発明例、No12～No15が比較例である。No8およびNo9は請求項(1)のみに対応し成分は本発明条件を満足しているが、焼鈍後の冷却速度が請求項(2)および(3)の条件をはずれるので、耐錆性がやや劣るが、用途によっては充分使用に耐え得る。またNo1～No7およびNo10～No11において、時効処理を行った請求項(3)に対応するものは、冷間加工状態の請求項(2)に対応するものよりも強度が向上している。しかし、両者共に引張強さ200kgf/mm²を越える高強度が得られている。

第 1 表

	供試材 の符号	化 学 成 分 (w t %)											
		C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Mo	Ca	O	N	Hd..	PV
本 発 明 鋼	A	0.1	1.8	5.2	0.005	1.5	15.0	2.6	0.0090	0.005	0.30	-98	-2
	B	0.1	1.6	5.0	0.002	3.5	15.0	1.0	0.003	0.003	0.35	-107	-4
	C	0.2	0.5	8.0	0.002	0.1	17.0	0.5	0.003	0.003	0.20	-84	-4
	D	0.2	0.5	8.0	0.002	0.1	17.0	1.5	0.003	0.003	0.20	-103	-4
	E	0.1	0.5	8.2	0.001	0.1	21.5	0.1	0.003	0.003	0.20	-94	-14
	F	0.3	0.2	11.6	0.001	0.8	16.5	0.4	0.0001	0.001	0.12	-118	-11
比 較 鋼	G	0.06	0.45	0.82	0.003	8.5	18.6	0.05	0.0001	0.003	0.03	24	29
	H	0.42	0.7	4.1	0.003	0.1	20.0	0.05	0.0030	0.003	0.10	-142	6
	I	0.2	0.5	8.0	0.002	3.0	17.0	1.5	0.002	0.003	0.20	-149	19
	J	0.1	0.5	13.2	0.005	0.1	15.0	2.6	0.0090	0.005	0.30	-138	-2

第 2 表

No.	供試材 の符号	熱 間 加工性	焼鈍温度 (℃)	冷 却 速 度 (℃/s)	冷 間 加 工 (Red.70%) 後 の 引 張 強 度 (kgf/mm ²)	冷 間 加 工 (Red.70%) 後 の 耐 錆 性	冷 間 加 工 (Red.70%) 後 の 時 効 処 理 温 度 (℃)	時 効 処 理 の 引 張 強 度 (kgf/mm ²)	時 効 処 理 の 耐 錆 性	対 応 請 求 項
1	A	○	1150	10	212	○	350	225	○	(1), (2), (3)
2	A	○	1150	5	212	○	600	242	○	
3	B	○	1100	20	204	○	500	215	○	
4	C	○	1100	10	232	○	500	246	○	
5	D	○	1100	10	226	○	550	256	○	
6	D	○	1100	5	226	○	550	254	○	
7	D	○	1150	10	226	○	650	243	○	
8	D	○	950	10	210	△	550	233	△	(1)
9	D	○	1100	3	208	△	550	229	△	
10	E	○	1100	5	202	○	550	212	○	(1), (2), (3)
11	F	○	1150	10	223	○	550	235	○	
12	G	×	1100	5	185	○	550	192	○	比 較 例
13	H	×	1100	10	160	×	500	165	×	
14	I	×	1100	10	143	○	550	155	○	
15	J	×	1100	10	172	○	550	192	○	

(発明の効果)

本発明により、耐錆性に優れた高強度ステンレス鋼が、熱間加工性の問題なく製造でき、ばね材、ロープ材等の高強度および耐錆性を必要とする材料として優れた効果を発揮する。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代 理 人 大 関 和 夫

